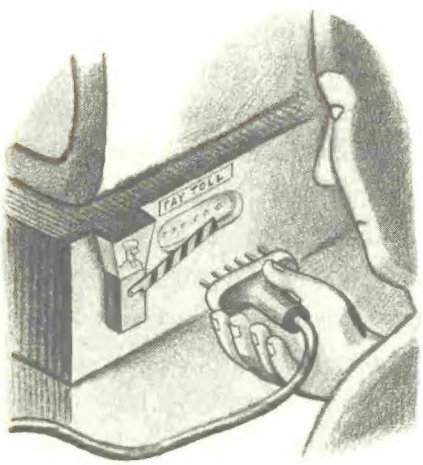
INTERNET

สาทิพย์ กองจันทรา

Routing In the Internet (Part II)



เทคโนโลยีฟังก์ชันเราติง มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา มีมาตรฐานใหม่ ๆ ออกมามาก และจะแพร่หลายอย่างชัดเจน

นับได้ว่าระบบฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล (Routing Protocol) เป็นระบบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) เพราะทุก ๆ เฟรมข้อมูลที่จะส่งผ่านในระบบเครือข่ายนั้นจะถูกกำหนดเส้นทางการส่งผ่านด้วยฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลเสมอ ดังนั้นถ้าฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลมีการทำงานที่ผิดพลาดไปแล้ว การส่งผ่านหรือการสื่อสารในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็จะไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งระบบฟังก์ชันเราติงในปัจจุบันแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ ฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลสถิต (Static Routing Protocol) และฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลพลวัต (Dynamic Routing Protocol) โดยฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลสถิตเป็นวิธีพื้นฐานที่สุดของระบบฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลซึ่งสามารถที่จะติดตั้งและกำหนดได้ง่าย แต่ทว่าขีดความสามารถของฟังก์ชันการทำงานไม่สามารถที่จะรองรับระบบเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมาก ๆ ได้ จะรองรับการต่อเชื่อมได้เพียงระบบเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก ๆ เท่านั้น ซึ่งในระบบเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนนั้นจะใช้วิธีของฟังก์ชันเราติงพลวัตซึ่งมีประสิทธิภาพของการทำงานที่ดีกว่ามาก ซึ่งได้กล่าวในรายละเอียดข้อแตกต่างของแต่ละชนิดฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลมาแล้วในฉบับประจำเดือนธันวาคม 2539 ที่ผ่านมา

เราติงโปรโตคอลพลวัตเป็นฟังก์ชันเราติงที่มีการใช้งานกันมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของระบบฟังก์ชันเราติงทั้งหมด โดยเฉพาะระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะใช้ฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลพลวัตในการกำหนดและควบคุมการส่งผ่านเฟรมข้อมูลต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายซึ่งมีการเชื่อมโยงกันทั่วโลก เราติงโปรโตคอลพลวัตเป็นฟังก์ชันที่เราเตอร์ (Router) ซึ่งเป็นอุปกรณ์เครือข่ายหลักที่ใช้เชื่อมระบบเครือข่ายท้องถิ่นต่าง ๆ สามารถที่จะเรียนรู้การแก้ไขหรือการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายได้เองอย่างอัตโนมัติ โดยไม่ต้องกำหนดพารามิเตอร์ใด ๆ เพิ่มเติมให้กับเราเตอร์แต่อย่างใด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ เกิดขึ้น เราเตอร์จะสามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้โดยใช้ฟังก์ชันเราติง การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เราเตอร์ด้วยฟังก์ชันเราติงนั้นจะเป็นการติดต่อสื่อสารชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในระบบเครือข่าย โดยจะมีการส่งผ่านเฟรมข้อมูลของระบบฟังก์ชันเราติงอยู่ตลอดเวลาเพื่อที่เราเตอร์เหล่านั้นจะสามารถเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงของระบบเครือข่ายต่าง ๆ ได้อย่างอัตโนมัติ ดังนั้นในการออกแบบระบบเครือข่ายที่มีการทำงานของฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลพลวัตนั้นจะต้องคำนึงถึงความหนาแน่นข้อมูลของการสื่อสารของเราเตอร์ด้วยเสมอ นอกเหนือจากจะคำนึงถึงเพียงความหนาแน่นของเฟรมข้อมูลที่ส่งผ่านจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ซึ่งในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้แบ่งชนิดของระบบฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลพลวัตออกเป็น 2 ระบบตามชนิดการต่อเชื่อมในระบบเครือข่าย คือ ระบบเราติง IGP (Interior Gateway Protocol) และระบบเราติง EGP (Exterior Gateway Protocol) โดยใช้สำหรับการต่อเชื่อมของเราเตอร์เฉพาะภายในกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่นนั้น ๆ และใช้สำหรับการต่อเชื่อมระหว่างกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่นต่าง ๆ ระหว่างกันตามลำดับ

ระบบเราติง IGP

เป็นระบบของฟังก์ชันเราติงที่มีโครงสร้างการทำงานสำหรับการสื่อสารข้อมูลในกลุ่มของระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) โดยเฉพาะ ซึ่งลักษณะการต่อเชื่อมและการทำงานของกลุ่มระบบเครือข่ายท้องถิ่นต่าง ๆ นั้นจะมีความคล้ายคลึงกัน คือ

- เส้นทางที่ต่อเชื่อมหรือเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายนั้นจะมีเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นลักษณะคล้ายเส้นใยแมงมุม (Mesh Topology)
- การเปลี่ยนแปลงของระบบเครือข่ายในส่วนของเส้นทางการต่อเชื่อมต่าง ๆ จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่สูงมาก คือจะมีการเพิ่มหรือลดการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายอยู่ตลอดเวลา
- ความเร็วของระบบที่ใช้ ส่วนใหญ่จะมีความเร็วที่สูงมาก เช่น ในระบบโทเก้นริง (Token Ring) มีความเร็วในการส่งผ่านสูงสุดถึง 16 เมกะบิตต่อวินาที ระบบอีเธอร์เน็ต (Ethernet) มีความเร็วได้ถึง 10 เมกะบิตต่อวินาที หรือในระบบฟาสต์อีเธอร์เน็ต มีความเร็วถึง 100 เมกะบิตต่อวินาที เป็นต้น
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสำหรับต่อเชื่อมเส้นทางต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายท้องถิ่นจะมีราคาที่ต่ำ สามารถที่จะเพิ่มได้ง่าย นอกจากนั้นแล้ววิธีการติดตั้งเองก็สามารถที่จะทำได้ง่าย

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลในระบบเราติง IGP นี้จะต้องมีโครงสร้างการทำงานที่สามารถรองรับลักษณะของระบบเครือข่ายท้องถิ่นเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งในปัจจุบันระบบเราติง IGP ได้มีมาตรฐานที่พัฒนานำมาใช้งานกันค่อนข้างจะหลากหลายมาตรฐาน เช่น

- มาตรฐานเราติงโปรโตคอล RIP (Routing Information Protocol)
- มาตรฐานเราติงโปรโตคอล OSPF (Open Shortest Part First Protocol)
- มาตรฐานเราติงโปรโตคอล OSI (IS-IS Routing Protocol)

โดยสองมาตรฐานแรกนั้น (RIP และ OSPF) จะเป็นมาตรฐานเราติงโปรโตคอลที่นิยมใช้กันมากในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ TCP/IP ทั่วไป

ระบบเราติง EGP

เป็นฟังก์ชันเราติงที่ออกแบบสำหรับการต่อเชื่อมระหว่างกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่นหนึ่ง (Autonomous System) กับอีกกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่นหนึ่งโดยเฉพาะ การต่อเชื่อมระหว่างกลุ่มเครือข่ายกับกลุ่มเครือข่ายนี้จะมีลักษณะการต่อเชื่อมและการทำงานที่แตกต่างจากการต่อเชื่อมภายในกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่นมาก ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

- เส้นทางในการต่อเชื่อมนั้นส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะจุดต่อจุด (Point-to-Point Topology) เท่านั้น ไม่ได้มีเส้นทางหลาย ๆ เส้นทางสลับซับซ้อนเหมือนการต่อเชื่อมภายในระบบเครือข่ายท้องถิ่น
- การเปลี่ยนแปลงของเส้นทางที่ต่อเชื่อมค่อนข้างจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากเมื่อเทียบกับการต่อเชื่อมภายในกลุ่มระบบเครือข่ายท้องถิ่นด้วยกัน
- ความเร็วที่ใช้เชื่อมกันระหว่างกลุ่มเครือข่ายนั้น ส่วนใหญ่จะมีความเร็วที่ต่ำซึ่งเทียบกับความเร็วของระบบเครือข่ายท้องถิ่น โดยมีค่าความเร็วของระบบที่ 9,600 บิตต่อวินาที 64 กิโลบิตต่อวินาที หรือ 2 เมกะบิตต่อวินาที เท่านั้น ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากความเร็วของระบบจึงค่อนข้างจะมีความสำคัญอย่างยิ่ง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเส้นทางที่ต่อเชื่อมระหว่างกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่นนั้นค่อนข้างจะมีราคาที่สูงมาก และการติดตั้งก็มีความยุ่งยากมากกว่าระบบเครือข่ายท้องถิ่น

จะเห็นได้ว่าการต่อเชื่อมระหว่างกลุ่มของเครือข่ายท้องถิ่นนั้นมีลักษณะการต่อเชื่อมและการทำงานที่เฉพาะตัวแตกต่างจากการต่อเชื่อมภายในระบบเครือข่ายท้องถิ่นอย่างชัดเจน ดังนั้นฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลพลวัตที่จะใช้งานในระบบการต่อเชื่อมนี้ก็จะต้องมีลักษณะการทำงานเฉพาะตัวที่แตกต่างไปจากกลุ่มฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลพลวัตของระบบเราติง IGP ซึ่งเรียกระบบฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลชนิดนี้ว่า ระบบเราติง EGP โครงสร้างการทำงานส่วนใหญ่ของระบบเราติง EGP จะมีการสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเราเตอร์ด้วยกันน้อย เพื่อที่จะลดความหนาแน่นของข้อมูลในเส้นทางนั่นเอง ข้อมูลที่แลกเปลี่ยนระหว่างกันนั้นก็เป็นข้อมูลในลักษณะที่สรุปและรวบรวมโครงสร้างการต่อเชื่อมและเส้นทางต่าง ๆ ทั้งหมด ซึ่งทำให้ขนาดของข้อมูลที่ส่งผ่านเส้นทางนั้นมีขนาดความหนาแน่นของข้อมูลน้อย แต่สามารถที่จะเรียนรู้โครงสร้างการต่อเชื่อมของกลุ่มระบบเครือข่ายได้เป็นอย่างดี ต่างกับระบบเราติง IGP ที่จะมีการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลค่อนข้างถี่และข้อมูลที่สื่อสารกันนั้นก็จะเป็นข้อมูลทุก ๆ ชนิดที่ยังไม่ได้มีการสรุปหรือคำนวณโครงสร้างของระบบเครือข่ายแต่อย่างใด ในปัจจุบันระบบเราติง EGP ได้มีการพัฒนามาแล้วด้วยกัน 2 มาตรฐาน คือ

- มาตรฐานเราติงโปรโตคอล EGP ซึ่งเป็นมาตรฐานแรกของระบบนี้ ดังนั้นจึงมีชื่อเดียวกันกับระบบเราติง EGP
- มาตรฐานเราติงโปรโตคอล BGP (Border Gateway Protocol) เป็นมาตรฐานล่าสุด ซึ่งพัฒนามาจากมาตรฐานเราติงโปรโตคอล EGP นั่นเอง

การติดตั้งเราเตอร์ด้วยฟังก์ชันเราติง

การติดตั้งเราเตอร์ที่ทำงานด้วยฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลพลวัตสามารถที่จะติดตั้งได้ง่าย โดยกำหนดเพียงชนิดของฟังก์ชันเราติงและขอบเขตของเครือข่าย (ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส) ให้กับเราเตอร์เท่านั้น เราเตอร์จะเรียนรู้และแลกเปลี่ยนข้อมูลของเครือข่ายต่าง ๆ (ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส) ได้อย่างอัตโนมัติ ต่างกับฟังก์ชันเราติงสถิตที่ต้องกำหนดทุก ๆ ค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสให้กับเราเตอร์ ดังในรูปตัวอย่างที่ 2 สามารถมีขั้นตอนการติดตั้งเราเตอร์ในระบบฟังก์ชันเราติงพลวัตได้ดังนี้

1. กำหนดค่าไอพีโหนดแอดเดรสให้แต่ละพอร์ตอินเตอร์เฟสต่าง ๆ ของเราเตอร์ เพื่อให้เราเตอร์สามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ในระบบเครือข่าย (ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส) ได้

2. กำหนดชนิดของเราติงโปรโตคอล (RIP, OSPF, EGP, BGP) ที่จะทำงานในแต่ละพอร์ตอินเตอร์เฟสใด ๆ หรือแต่ละค่าไอพี (ซับ) เน็ตเวอร์กแอดเดรสใด ๆ ที่พอร์ตอินเตอร์เฟสของเราเตอร์ต่อเชื่อมอยู่ จากนั้นเราเตอร์ก็จะสามารถเรียนรู้จักค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสของระบบเครือข่ายต่าง ๆ ได้เอง

จากรูปตัวอย่างที่ 2 เราเตอร์แต่ละเครื่องก็จะมีการติดตั้งและกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

เราเตอร์เอ

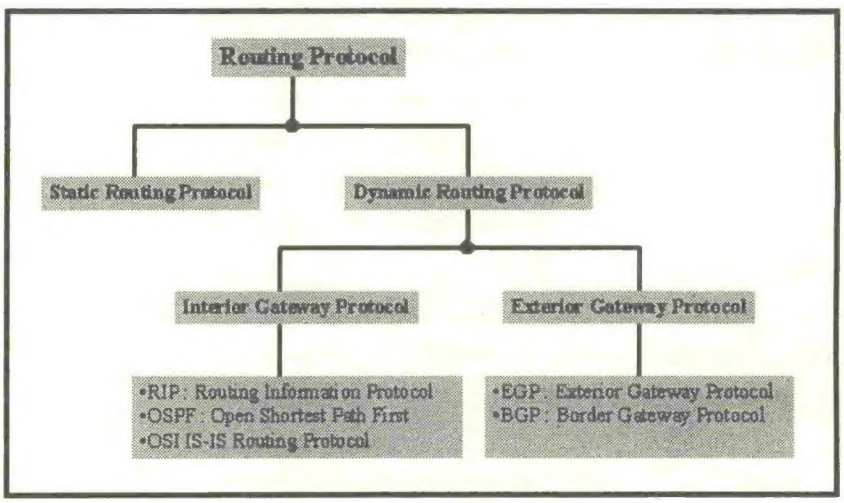
1. กำหนดค่าไอพีโหนดแอดเดรสสำหรับพอร์ตอินเตอร์เฟส E1, S1, S2, S3 และ S4 ซึ่งเท่ากับ 158.108.1.1 (mask 255.255.255.0), 10.1.1.1 (mask 255.0.0.0), 20.1.1.1 (mask 255.0.0.0), 158.108.255.1 (mask 255.255.255.252) และ 158.108.255.5 (mask 255.255.255.252) ตามลำดับ

2. กำหนดชนิดของเราติงโปรโตคอลที่จะใช้สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสใด ๆ โดยสมมติกำหนดให้ใช้เราติงโปรโตคอล OSPF สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 158.108.1.0 (ภายในเน็ตเวอร์กเอ), 158.108.255.0 และ 158.108.255.4 และเราติงโปรโตคอล BGP สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 10.0.0.0 และ 20.0.0.0 ของพอร์ตอินเตอร์เฟส S1, S3, S4 และ S2 ตามลำดับ

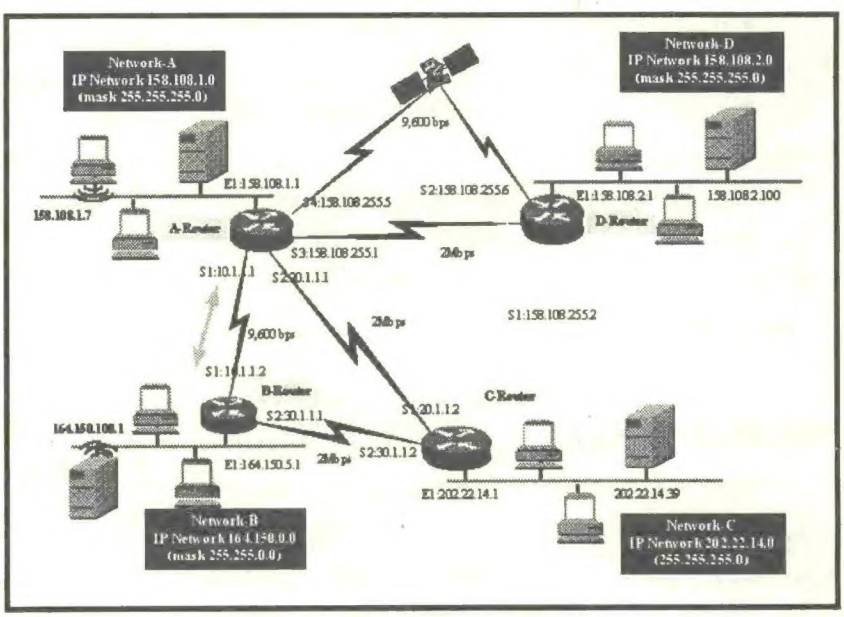
เราเตอร์บี

1. กำหนดค่าไอพีโหนดแอดเดรสสำหรับพอร์ตอินเตอร์เฟส E1, S1 และ S2 เท่ากับ 164.150.5.1 (mask 255.255.0.0), 10.1.1.2 (mask 255.0.0.0) และ 30.1.1.1 (mask 255.0.0.0) ตามลำดับ

2. กำหนดชนิดของเราติงโปรโตคอลที่จะใช้สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสใด ๆ ซึ่งใช้เราติงโปรโตคอล RIP สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 164.150.0.0 (ภายในเน็ตเวอร์กบี) และเราติงโปรโตคอล BGP สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 10.0.0.0 และ 30.0.0.0 ของพอร์ตอินเตอร์เฟส S1 และ S2 ตามลำดับ



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบเราติงพลวัต



รูปที่ 2 ตัวอย่างการต่อเชื่อมของระบบเราติงพลวัต

ในทำนองเดียวกัน เราเตอร์ซีและดีก็จะทำการติดตั้งและกำหนดพารามิเตอร์เช่นเดียวกันกับเราเตอร์เอและเราเตอร์บี คือจะใช้เราติงโปรโตคอล RIP สำหรับภายในระบบเครือข่ายท้องถิ่นนั้น ๆ และใช้เราติงโปรโตคอล BGP สำหรับพอร์ตอินเตอร์เฟส S1 หรือ S2 ซึ่งใช้ต่อเชื่อมกับเราเตอร์เครื่องอื่น ๆ และเมื่อกำหนดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เราเตอร์ที่มีพอร์ตอินเตอร์เฟสต่อเชื่อมถึงกันก็จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสต่าง ๆ ระหว่างกัน เช่น เราเตอร์เอที่มีพอร์ตอินเตอร์เฟส S1 ที่ต่อเชื่อมกับพอร์ตอินเตอร์เฟส S1 ของเราเตอร์บีผ่านไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 10.0.0.0 ซึ่งทั้งคู่ต่างก็ใช้ฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล BGP บนไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 10.0.0.0 นี้ด้วยกัน ดังนั้นทั้งเราเตอร์เอและเราเตอร์บีจะทำการแลกเปลี่ยนและสื่อสารข้อมูลระหว่างกันด้วยฟังก์ชันของเราติงโปรโตคอล BGP ซึ่งจะทำให้เราเตอร์เอสามารถทราบได้ทันทีว่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 164.150.0.0 ของเน็ตเวอร์กบีสามารถที่จะติดต่อสื่อสารได้โดยผ่านทางไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 10.0.0.0 หรือพอร์ตอินเตอร์เฟส S1 ของเราเตอร์บี และในทำนองเดียวกัน เราเตอร์บีและเราเตอร์อื่น ๆ ก็จะเรียนรู้ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายได้อย่างอัตโนมัติโดยผ่านการติดต่อสื่อสารระหว่างพอร์ตอินเตอร์เฟสที่ต่อเชื่อมถึงกันนั่นเอง ดังนั้นเราเตอร์ต่าง ๆ ก็จะมีตารางเราติงที่ได้จากการแลกเปลี่ยนและสื่อสารข้อมูลระหว่างกันดังรูปตัวอย่างที่ 1 และ 2 เป็นตารางเราติงของเราเตอร์เอและเราเตอร์บีตามลำดับ

เราติงโปรโตคอล RIP (Routing Information Protocol)

มาตรฐานเราติงโปรโตคอล RIP เป็นมาตรฐานเราติงโปรโตคอลพลวัตชนิดแรกของระบบคอมพิวเตอร์ TCP/IP Network ที่ได้มีการพัฒนาซึ่งต่อมาได้เป็นแม่แบบของการพัฒนาฟังก์ชันเราติงของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ชนิดอื่นอีกหลายชนิด อาทิเช่น ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เน็ตแวร์ (Netware) ซึ่งเราติงโปรโตคอลเน็ตแวร์ RIP (Netware-RIP) เป็นฟังก์ชันเราติงของระบบและระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แอปเปิลทอล์ค (AppleTalk) ก็มีเราติงโปรโตคอล RTMP (Routing Table Maintenance Protocol) เป็นฟังก์ชันเราติงของระบบเป็นต้น

เราติงโปรโตคอล RIP มีการทำงานที่ใช้สถาปัตยกรรมที่ง่ายไม่ซับซ้อนแต่อย่างใด คือเราเตอร์ที่ทำงานด้วยฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล RIP จะคำนวณหาเส้นทางการส่งผ่านเฟรมข้อมูลต่าง ๆ ด้วยพารามิเตอร์เพียงค่าเดียวคือ จำนวนของเราเตอร์ (Node) ที่เฟรมข้อมูลนั้น ๆ จะถูกส่งผ่าน โดยนับตั้งแต่จุดเริ่มต้นของเฟรมข้อมูลซึ่งจะถูกส่งออกมาผ่านเราเตอร์ต้นทางจนถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่จะรับเฟรมข้อมูลนั้น ๆ ซึ่งค่าพารามิเตอร์นี้จะนิยมเรียกกันว่า ค่า "Hop count" โดยค่า "Hop" นี้จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งตามจำนวนของเราเตอร์ที่เฟรมข้อมูลนั้นผ่าน (ข้ามเราเตอร์) ดังนั้นค่าที่ต่ำที่สุดจะเท่ากับศูนย์ซึ่งหมายถึง ค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส (IP Network) ของไอพีโหนดแอดเดรส (IP destination Address) ที่อยู่ในเขตแอดเดรสปลายทางของเฟรมข้อมูลนั้นต่อเชื่อมโดยตรงกับพอร์ตอินเตอร์เฟสของเราเตอร์ที่รับเฟรมข้อมูลนั้นมา ดังนั้นเราเตอร์จะพิจารณาได้ว่าเฟรมข้อมูลนี้ต้องการส่งผ่านภายในไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสของพอร์ตอินเตอร์เฟสนี้เท่านั้น ซึ่งเราเตอร์ก็จะไม่ส่งผ่านเฟรมข้อมูลนี้ข้ามเราเตอร์ไปยังไอพีเน็ตเวอร์กใด ๆ และค่าสูงสุดของฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล RIP เท่ากับ 16 ซึ่งถ้าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสใดมีค่า "Hop count" เท่ากับ 16 ก็จะหมายถึงไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสนั้นเราเตอร์ไม่สามารถที่จะส่งผ่านเฟรมข้อมูลไปถึงหรือไม่สามารถจะติดต่อสื่อสารข้อมูลได้ ดังรูปตัวอย่างที่ 2 สมมติให้เราเตอร์ทั้ง 4 เครื่องคือเราเตอร์เอ เราเตอร์บี เราเตอร์ซี และเราเตอร์ดี

Protocol Type	Network	Next Hop	Metrix
Local (OSPF)	Subnet 158.108.1.0	E1 (Connected)	10
Local (BGP)	10.0.0.0	S1 (Connected)	10
Local (BGP)	20.0.0.0	S2 (Connected)	10
Local (OSPF)	Subnet 158.108.255.0	S3 (Connected)	10
Local (OSPF)	Subnet 158.108.255.4	S4 (Connected)	10
BGP	30.0.0.0	10.1.1.2	110
		20.1.1.2	20
BGP	164.150.0.0	10.1.1.2	20
BGP	202.22.14.0	20.1.1.2	20
OSPF	158.108.2.0	158.108.255.2	20
		158.108.255.6	110

ตารางที่ 1
ตารางเราติงพลวัตของเราเตอร์เอ

Routing Protocol Type	Network	Next Hop	Metrix
Local (RIP)	164.150.0.0	E1 (Connected)	10
Local (BGP)	10.0.0.0	S1 (Connected)	10
Local (BGP)	30.0.0.0	S2 (Connected)	10
BGP	158.108.0.0	10.1.1.11	10
		30.1.1.2	30
BGP	20.0.0.0	10.1.1.1	110
		30.1.1.2	20
BGP	202.22.14.0	30.1.1.2	20

ตารางที่ 2
ตารางเราติงพลวัตของเราเตอร์บี

Protocol Type	Network	Next Hop	Metrix	TIME
Local Subnet	158.108.1.0	E1 (Connected)	0	5
Local	10.0.0.0	S1 (Connected)	0	4
Local	20.0.0.0	S2 (Connected)	0	12
Local	Subnet 158.108.255.0	S3 (Connected)	0	4
Local	Subnet 158.108.254.0	S4 (Connected)	0	7
RIP	Subnet 158.108.2.0	158.108.254.2	1 Hop	27
		158.108.255.2		
RIP	164.150.0.0	10.1.1.2	1 Hop	8
RIP	202.22.14.0	20.1.1.2	1 Hop	27
RIP	30.0.0.0	10.1.1.2	1 Hop	14
		20.1.1.2		

ตารางที่ 3
ตารางเราติงโปรโตคอล RIP
ของเราเตอร์เอ

สื่อสารกันด้วยฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล RIP ทุก ๆ พอร์ตอินเตอร์เฟส หรือทุก ๆ เครือข่ายที่ต่อเชื่อมด้วย ดังนั้นขั้นตอนการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของเราเตอร์ต่าง ๆ สามารถสรุปได้

เราเตอร์เอ

1. กำหนดค่าไอพีโหนดแอดเดรสสำหรับพอร์ตอินเตอร์เฟสต่าง ๆ E1, S1, S2, S3 และ S4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 158.108.1.1 (mask 255.255.255.0), 10.1.1.1(mask 255.0.0.0), 20.1.1.1 (mask 255.0.0.0), 158.108.255.1 (mask 255.255.255.252) และ 158.108.255.5 (mask 255.255.255.252) ตามลำดับ

แต่เนื่องจากว่าคุณสมบัติของเราติงโปรโตคอล RIP ไม่สามารถที่จะทำงานโดยไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสของระบบเครือข่ายมีค่าไอพีมาร์คแอดเดรสที่แตกต่างกันได้ ดังนั้นไอพีโหนดแอดเดรสของพอร์ตอินเตอร์เฟส E1, S3 และ S4 ต้องแก้ไขให้มีค่ามาร์คที่เท่ากันซึ่งได้ดังนี้

E1 : 158.108.1.1 mask 255.255.255.0

S3 : 158.108.254.1 mask 255.255.255.0

S4 : 158.108.255.1 mask 255.255.255.0

2. กำหนดการทำงานเราติงโปรโตคอล RIP สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสต่าง ๆ ที่ต่อเชื่อมกับเราเตอร์ในแต่ละเครื่อง ซึ่งเราเตอร์บี เราเตอร์ซี และเราเตอร์ดี ก็จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในลักษณะนี้เช่นกัน

และเมื่อกำหนดเป็นที่เรียบร้อย เราเตอร์แต่ละเครื่องจะติดต่อสื่อสารฟังก์ชันเราติงระหว่างกัน เพื่อแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลของค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสแก่กัน ดังนั้นเราเตอร์แต่ละเครื่องก็จะมีตารางเราติง (Routing Table) ที่สามารถบอกเส้นทางที่จะส่งผ่านเฟรมข้อมูลไปยังไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสใด ๆ ได้ ดังตัวอย่างของตารางเราติงของเราเตอร์เอและเราเตอร์บี

Protocol Type	Network	Next Hop	Metrix	TIME
Local	164.150.0.0	E1 (Connected)	0	12
Local	10.0.0.0	S1 (Connected)	0	5
Local	30.0.0.0	S2 (Connected)	0	8
RIP	Subnet 158.108.1.0	10.1.1.11	Hop	30
RIP	202.22.14.0	30.1.1.2	Hop	20
RIP	20.0.0.0	10.1.1.11 30.1.1.2	Hop	14
RIPSubnet	158.108.254.0	10.1.1.1	1 Hop	15
RIPSubnet	158.108.255.0	10.1.1.11	1 Hop	15
RIPSubnet	158.108.2.0	10.1.1.1	2 Hop	18

ตารางที่ 4
ตารางเราติงโปรโตคอล RIP ของเราเตอร์บี

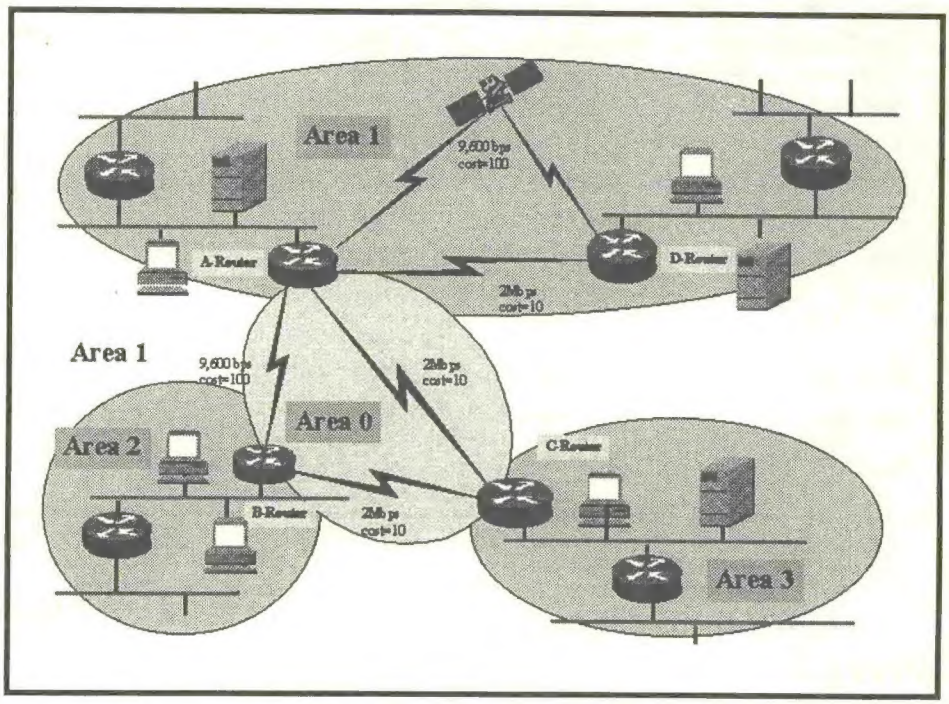
จะเห็นได้ว่าค่าตารางเราติงโปรโตคอล RIP ของเราเตอร์นั้นจะมีค่าที่สำคัญ ๆ คือค่า Next Hop กับค่า Metrix (Hop) ซึ่งระบบเราติงโปรโตคอลจะพิจารณาเพียงจำนวนค่า "Hop count" เท่านั้น ดังนั้นเส้นทางต่อเชื่อมระหว่างเราเตอร์เอกับเราเตอร์บีซึ่งมีด้วยกันสองเส้นทาง คือ เส้นทางที่ผ่านระบบดาวเทียมที่ความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที กับเส้นทางผ่านระบบสายเช่าที่ความเร็วสูง 2 เมกะบิต (10^6) ต่อวินาที ซึ่งถ้าเปรียบเทียบแล้วความเร็วของระบบในค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 158.108.255.0 จะมีความเร็วที่สูงกว่าระบบของค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 158.108.254.0 มาก และระบบดาวเทียวเองก็มีค่าหน่วงที่สูงกว่ามากเช่นกัน ดังนั้นถ้ากำหนดให้เราเตอร์ส่งผ่านเฟรมข้อมูลเดียวผ่านทั้งสองเส้นทางในเวลาเดียวกัน จะทำให้เราเตอร์เครื่องที่ปลายทางได้รับส่วนประกอบของเฟรมข้อมูลนั้น ๆ ในเวลาที่ห่างกันมาก ซึ่งอาจทำให้การทำงานของโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้นั้นไม่สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้ และเช่นเดียวกัน เราเตอร์บีจะส่งผ่านเฟรมข้อมูลใด ๆ ที่ต้องการส่งไปยังระบบเครือข่ายไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 158.108.1.0 จากค่าในตารางเราติงโปรโตคอลของเราเตอร์บีนั้นจะต้องส่งผ่านด้วยเส้นทางที่เชื่อมโดยตรงกับเราเตอร์เอ (10.1.1.1) เพราะเส้นทางนี้มีค่า "Hop count" น้อยที่สุด แต่ทว่าความเร็วของเส้นทางมีเพียง 9,600 บิตต่อวินาทีผ่านระบบดาวเทียว ซึ่งเส้นทางที่ผ่านเราเตอร์ซีและเข้าสู่เราเตอร์เอทางค่าไอพีแอดเดรส 30.1.1.2 และ 20.1.1.1 ตามลำดับนั้นจะเป็นเส้นทางที่มีประสิทธิภาพมากกว่ามาก แต่ด้วยการทำงานของฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล RIP จะไม่สามารถพิจารณาได้ ดังนั้นในกรณีเช่นนี้เราเตอร์ต้องสามารถพิจารณาได้ว่าเส้นทางใดของระบบเครือข่ายเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดของการส่งผ่านเฟรมข้อมูลในค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสใด ๆ ซึ่งได้มีการพัฒนาฟังก์ชันเราติงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเราติงโปรโตคอล RIP และในปัจจุบันได้มีหลายระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมา แต่ระบบที่นิยมกันมากคือ เราติงโปรโตคอล OSPF

เราติงโปรโตคอล OSPF

เราติงโปรโตคอล OSPF เป็นมาตรฐานฟังก์ชันเราติงที่ถูกพัฒนามาเพื่อใช้งานในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยเฉพาะ อันเนื่องจากเราติงโปรโตคอล RIP ไม่สามารถที่จะรองรับการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีขนาดใหญ่ได้ดีพอ จึงทำให้สถาบันสากล IETF (Internet Engineering Task Force) ซึ่งเป็นสถาบันกลางหนึ่งที่พัฒนามาตรฐานต่างของระบบเครือข่าย ได้คิดค้นวิธีการทำงานของฟังก์ชันเราติงชนิดใหม่ขึ้นมาคือ มาตรฐานสากล RFC 1247 (Request For Comments) หรือมาตรฐานเราติงโปรโตคอล OSPF (Open Shortest Path First)

เราติงโปรโตคอล OSPF เป็นฟังก์ชันเราติงที่ใช้โครงสร้างของระบบ "Link-State" ซึ่งมีความแตกต่างจากโครงสร้างของเราติงโปรโตคอล RIP ที่ใช้โครงสร้าง "Distance Vector" มาก เพราะโครงสร้างของเราติงโปรโตคอล OSPF จะมีการใช้ค่าพารามิเตอร์มากกว่าหนึ่งค่าแล้วนำมาคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุดของการสื่อสารข้อมูลใด ๆ ในระบบเครือข่าย จากนั้นก็จะแลกเปลี่ยนข้อมูลที่คำนวณนี้ซึ่งเป็นข้อสรุปของการกำหนดเส้นทางในแต่ละค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสนั้น ๆ กับเราเตอร์ทุกเครื่องที่อยู่ในกลุ่มชั้น (Hierachical Area) เดียวกัน ต่างกับเราติงโปรโตคอล RIP ที่จะแลกเปลี่ยนทั้งตารางเราติงโปรโตคอลซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมากกับเราเตอร์เฉพาะเครื่องที่ต่อเชื่อมโดยตรงเท่านั้น ทำให้เราเตอร์ที่ใช้ฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล OSPF สามารถที่จะเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงการต่อเชื่อมของระบบเครือข่ายและคำนวณหาเส้นทางในการส่งผ่านเฟรมข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าเราเตอร์ที่ใช้ฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล RIP มาก การทำงานของเราติงโปรโตคอล OSPF จะแบ่งการต่อเชื่อมของระบบเครือข่ายออกเป็นพื้นที่ (Area) โดยแต่ละพื้นที่จะรวมกันเป็นกลุ่มเรียกว่ากลุ่ม AS (Autonomous System) หรือกลุ่มโดเมน (Domain) ซึ่งกลุ่ม

AS หนึ่ง ๆ จะมีฐานข้อมูลของเส้นทางการต่อเชื่อมในระบบเครือข่ายนั้น ๆ ซึ่งแต่ละพื้นที่จะประกอบด้วยเราเตอร์ที่มีฐานข้อมูลของระบบเครือข่ายเหมือนกันเฉพาะพื้นที่นั้น ๆ แยกย่อยลงมาอีกที่หนึ่ง โดยเราเตอร์ที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันจะมีการแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลกันอยู่ตลอดเพื่อที่จะให้เราเตอร์แต่ละเครื่องมีฐานข้อมูลที่เหมือนกันตลอดเวลานั่นเอง และสำหรับเราเตอร์ที่ต่อเชื่อมหรือเป็นสมาชิกของพื้นที่มากกว่าหนึ่งพื้นที่ซึ่งเรียกว่า Area Border Router



รูปที่ 3 การต่อเชื่อมระบบเครือข่ายด้วยฟังก์ชันเราติงโปรโตคอล OSPF

นอกจากจะแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลภายในพื้นที่นั้น ๆ แล้ว ยังทำหน้าที่เป็นเราเตอร์ที่คอยแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลระหว่างกลุ่มพื้นที่ต่าง ๆ อีกด้วย โดยที่ฐานข้อมูลที่แลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มพื้นที่นั้นจะเป็นฐานข้อมูลที่แตกต่างจากการแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลภายในพื้นที่ คือจะเป็นฐานข้อมูลที่ได้สรุปรายละเอียดย่อลงไปอีกจากฐานข้อมูลปกติ ดังรูปตัวอย่างที่ 3 ระบบเครือข่ายประกอบด้วยเราเตอร์ทั้งหมด 9 เครื่อง ซึ่งแบ่งเป็น 4 พื้นที่ในกลุ่ม AS เดียวกันคือ กลุ่มพื้นที่ศูนย์ (Area 0) กลุ่มพื้นที่หนึ่ง (Area 1) กลุ่มพื้นที่สอง (Area 2) และกลุ่มพื้นที่สาม (Area 3) ในการทำงานของระบบเราติงโปรโตคอล OSPF นั้นจะต้องกำหนดให้มีพื้นที่ศูนย์เสมอ เพราะจะใช้เป็นพื้นที่หลัก (Backbone Area) ของระบบซึ่งจะต้องแลกเปลี่ยนข้อมูลกับพื้นที่ต่าง ๆ ทั้งหมดในระบบเครือข่าย ซึ่งในรูปตัวอย่างที่ 3 กลุ่มพื้นที่ศูนย์ก็คือ เส้นทางสามเหลี่ยมที่ต่อเชื่อมระหว่างเราเตอร์เอ เราเตอร์บี และเราเตอร์ซี ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ก็จะประกอบด้วยเราเตอร์ต่าง ๆ กันออกไปดังรูป ดังนั้นเราเตอร์เอ เราเตอร์บี และเราเตอร์ซี ก็จะทำหน้าที่เป็น Area Border Router สำหรับกลุ่มพื้นที่หนึ่ง กลุ่มพื้นที่สอง และกลุ่มพื้นที่สาม ตามลำดับ

ด้วยคุณสมบัติของโครงสร้างการทำงานที่ใช้หลักของ Link-State ซึ่งมีชื่อว่าสถาปัตยกรรม SPF Algorithm ทำให้ระบบเครือข่ายที่เชื่อมด้วยเราติงโปรโตคอล OSPF สามารถที่จะกำหนดขนาดของไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสหรือค่าไอพีมาร์ค (IP Marking) ที่ขนาดแตกต่างกันได้ซึ่งเราติงโปรโตคอล RIP ไม่สามารถรองรับได้นั้น ดังนั้นเราเตอร์เอในรูปตัวอย่างที่ 2 หรือที่ 3 ก็จะสามารถกำหนดค่าไอพีโหนดแอดเดรสสำหรับพอร์ตอินเตอร์เฟส E1, S3 และ S4 ที่มีค่าไอพีมาร์คแตกต่างกันได้ดังนี้

E1 : 158.108.1.1 mask 255.255.255.0

S1 : 101.1.1.1 mask 255.0.0.0

S2 : 20.1.1.1 mask 255.0.0.0

S3 : 158.108.255.1 mask 255.255.255.252

S4 : 158.108.255.5 mask 255.255.255.252

นอกจากนี้ฟังก์ชันของเราติงโปรโตคอล OSPF สามารถที่จะกำหนดค่าพารามิเตอร์บางค่าได้ เช่น ค่าความหน่วง (Cost Path) ซึ่งสามารถใช้แทนลักษณะและคุณภาพของเส้นทางการต่อเชื่อมนั้น ๆ ได้ เช่น ในรูปตัวอย่างที่ 3 ถ้ากำหนดให้เส้นทางการต่อเชื่อมระหว่างเราเตอร์เอกับเราเตอร์ดีผ่านระบบดาวเทียมที่ความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที กับระบบสายเช่าที่ความเร็ว 2 เมกะบิตต่อวินาที ก็สามารถที่จะกำหนดให้พอร์ตอินเตอร์เฟสที่ 4 ของเราเตอร์เอและพอร์ตอินเตอร์เฟสที่ 1 ของเราเตอร์ดีมีค่าความหน่วงมากกว่าพอร์ตที่ต่อเชื่อมกับระบบสายเช่าความเร็วสูง ซึ่งจะทำให้เราเตอร์สามารถพิจารณาเส้นทางการส่งผ่านข้อมูลได้ดี ดังตารางตัวอย่างที่ 5 และ 6 ของตารางเราติงโปรโตคอล OSPF

มาตรฐานเราติงโปรโตคอล BGP

ทั้งเราติงโปรโตคอล RIP และ OSPF ต่างก็เป็นฟังก์ชันเราติงที่ออกแบบเพื่อทำงานในกลุ่มของระบบเราติง IGP ซึ่งจะใช้งานเฉพาะการต่อเชื่อมภายในกลุ่มของระบบเครือข่ายท้องถิ่นเท่านั้น สำหรับการต่อเชื่อมระหว่างกลุ่มเครือข่ายนั้นจำเป็นต้องใช้ระบบเราติง EGP ในปัจจุบันกลุ่มระบบเราติง EGP จะนิยมใช้มาตรฐานที่เรียกว่าเราติงโปรโตคอล BGP (Border Gateway Protocol) เป็นมาตรฐานสำหรับการทำงานของ

Protocol Type	Network	Next Hop	Cost	TIME
Local	Subnet 158.108.1.0	E1 (Connected)	10	5
Local	10.0.0.0	S1 (Connected)	10	4
Local	20.0.0.0	S2 (Connected)	10	12
Local	Subnet 158.108.255.0	S3 (Connected)	10	4
Local	Subnet 158.108.255.4	S4 (Connected)	10	7
OSPF	Subnet 158.108.2.0	158.108.255.0	20	27
OSPF	164.150.0.0	20.1.1.2	30	8
OSPF	202.22.14.0	20.1.1.2	20	27
OSPF	30.0.0.0	20.1.1.2	20	18

ตารางที่ 5
ตารางเราติงโปรโตคอล OSPF ของเราเตอร์เอ

Protocol Type	Network	Next Hop	Cost	TIME
Local	164.150.0.0	E1 (Connected)	10	12
Local	10.0.0.0	S1 (Connected)	10	5
Local	30.0.0.0	S2 (Connected)	10	8
OSPF	Subnet 158.108.1.0	30.1.1.2	30	30
OSPF	202.22.14.0	30.1.1.2	20	20
OSPF	20.0.0.0	30.1.1.2	20	14
OSPF	Subnet 158.108.255.0	30.1.1.2	30	15
OSPF	Subnet 158.108.255.4	30.1.1.2	30	15
OSPF	Subnet 158.108.2.0	30.1.1.2	40	18

ตารางที่ 6
ตารางเราติงโปรโตคอล OSPF ของเราเตอร์บี

ฟังก์ชันเราติงระหว่างกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่นต่าง ๆ เราติงโปรโตคอล BGP เป็นมาตรฐานเราติงโปรโตคอลที่พัฒนาหลังจากได้มีการใช้งานของมาตรฐานเราติงโปรโตคอล EGP ซึ่งเป็นมาตรฐานแรกของระบบ ดังนั้นจึงมีชื่อเดียวกันกับชื่อของระบบเราติง EGP และสำหรับมาตรฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น มาตรฐานเราติงโปรโตคอล EGP ถูกจัดอยู่ในมาตรฐาน RFC 1771 หรือ BGP เวอร์ชัน 4 (BGP 4) ในปัจจุบัน

เราติงโปรโตคอล BGP เป็นฟังก์ชันเราติงที่ทำงานโปรโตคอล TCP ทำให้การทำงานของเราติงโปรโตคอล BGP มีความยืดหยุ่นและความน่าเชื่อถือสูง อันเนื่องจากคุณสมบัติการทำงานของโปรโตคอล TCP ที่มีการทำงานที่ดีในด้านความน่าเชื่อถือของระบบนั่นเอง ทำให้วิธีการแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลของเราเตอร์ที่ทำงานด้วยเราติงโปรโตคอล BGP จึงมีความแตกต่างออกไปจากระบบการทำงานของมาตรฐานชนิดอื่น คือ ระบบเราติงโปรโตคอลทั่ว ๆ ไป (RIP, OSPF, EGP) เราเตอร์จะแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลระหว่างกันอยู่ตลอดเวลา ซึ่งในบางมาตรฐานนั้นแลกเปลี่ยนทั้งตารางเราติงโปรโตคอลของทั้งหมด แต่สำหรับเราติงโปรโตคอล BGP ซึ่งใช้การทำงานของโปรโตคอล TCP นั้นเราเตอร์จะแลกเปลี่ยนหรือส่งผ่านข้อมูลของตารางเราติงโปรโตคอลเฉพาะในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง และจะแลกเปลี่ยนก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเท่านั้น โดยเฉลี่ยแล้วขนาดของข้อมูลที่เราเตอร์แลกเปลี่ยนกันนั้นมีขนาดข้อมูลเพียง 5 บิตต่อวินาที ซึ่งมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับระบบของเส้นทางที่ใช้ต่อเชื่อมระหว่างกลุ่มระบบเครือข่ายต่าง ๆ ซึ่งมีความเร็วต่ำมากโดยเทียบกับความเร็วของระบบเครือข่ายท้องถิ่น (2 เมกะบิตต่อวินาที กับ 10 เมกะบิตต่อวินาที ของระบบอีเธอร์เน็ต)

การทำงานของระบบเราติงโปรโตคอล BGP จะแบ่งกลุ่มระบบเครือข่ายเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งเรียกว่า กลุ่ม AS เช่นเดียวกับชื่อของกลุ่มในระบบเราติงโปรโตคอล OSPF ซึ่งแต่ละกลุ่ม AS จะประกอบด้วยเราเตอร์และระบบเครือข่ายเป็นจำนวนมาก โดยอาจมีการทำงานด้วยระบบเราติง IGP ภายในระบบเครือข่ายนั้น ๆ เราเตอร์ที่ทำหน้าที่ต่อเชื่อมระหว่างกลุ่ม AS ต่าง ๆ ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งคู่ โดยแต่ละเครื่องจะมีตารางเราติงโปรโตคอลของระบบเครือข่ายต่าง ๆ อยู่อย่างครบถ้วน เพื่อที่จะแลกเปลี่ยนฐานข้อมูลระหว่างกันได้ดี และถ้าสมมติให้รูปตัวอย่างที่ 2 หรือที่ 3 เส้นทางการต่อเชื่อมระหว่างเราเตอร์เอ เราเตอร์บี และเราเตอร์ซี ทำงานด้วยเราติงโปรโตคอล BGP ก็จะสามารถกำหนดการทำงานของเราเตอร์ได้อย่างคร่าว ๆ ดังตัวอย่างดังนี้

เราเตอร์เอ

1. กำหนดค่าไอพีโหนดแอดเดรสต่าง ๆ สำหรับพอร์ตอินเตอร์เฟส E1, S1, S2, S3 และ S4

2. กำหนดชนิดของเราติงโปรโตคอลที่จะใช้สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสใด ๆ ดังนี้

- ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 158.108.1.0, 158.105.255.0 และ 158.105.255.4 ใช้ระบบเราติงโปรโตคอล OSPF เชื่อมกับเราเตอร์ดี
- ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 10.0.0.0 ใช้ระบบเราติงโปรโตคอล BGP โดยมีค่ากลุ่ม AS ที่ 400 และกำหนดเราเตอร์ข้างเคียง (Neighbors Router) คือ 10.1.1.2 ในกลุ่ม AS ที่ 500
- ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 20.0.0.0 ใช้ระบบเราติงโปรโตคอล BGP โดยมีค่ากลุ่ม AS ที่ 400 และกำหนดเราเตอร์ข้างเคียงคือ 20.1.1.2 เราเตอร์ซีในกลุ่ม AS ที่ 600

เราเตอร์บี

1. กำหนดค่าไอพีโหนดแอดเดรสต่าง ๆ สำหรับพอร์ตอินเตอร์เฟส E1, S1 และ S42

2. กำหนดชนิดของเราติงโปรโตคอลที่จะใช้สำหรับไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสใด ๆ ดังนี้

- ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 164.150.0.0 ใช้ระบบเราติงโปรโตคอล RIP เชื่อมภายในระบบเครือข่ายท้องถิ่น
- ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 10.0.0.0 ใช้ระบบเราติงโปรโตคอล BGP โดยมีค่ากลุ่ม AS ที่ 500 และกำหนดเราเตอร์ข้างเคียง คือ 10.1.1.1 เราเตอร์เอในกลุ่ม AS ที่ 400
- ไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 30.0.0.0 ใช้ระบบเราติงโปรโตคอล BGP โดยมีค่ากลุ่ม AS ที่ 500 และกำหนดเราเตอร์ข้างเคียงคือ 30.1.1.2 เราเตอร์ซีในกลุ่ม AS ที่ 600

ดังนั้นตารางเราติงโปรโตคอลของเราเตอร์เอและเราเตอร์บี ก็จะเป็นดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ในขั้นต้น ซึ่งนับได้ว่าเป็นตารางเราติงโปรโตคอลที่ดีที่สุดในรูปตัวอย่างของระบบเครือข่ายซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนในตารางเราติงโปรโตคอลของเราเตอร์บีที่มีขนาดของตารางที่เล็กลง โดยในส่วนของค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรส 15.108.1.0, 158.108.2.0, 158.108.255.0 และ 158.108.255.4 ซึ่งเป็นค่าไอพีซับเน็ตเวอร์กแอดเดรสมาจากการทำซับเน็ตติง (Subneting) กลุ่มแอดเดรสเดียวกันคือ 158.108.0.0 (Class B) ดังเราเตอร์บีก็จะพิจารณาเพียงค่าไอพีเน็ตเวอร์กแอดเดรสค่าใหญ่ คือ 158.108.0.0 เพียงค่าเดียวก็สามารถส่งผ่านได้ครบทุก ๆ ค่าไอพีซับเน็ตเวอร์กแอดเดรสใด ๆ โดยในการทำงานเช่นนี้มีประโยชน์อย่างมากในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีการทำซับเน็ตติงของค่าไอพีแอดเดรสในระบบเครือข่ายเป็นจำนวนมาก เช่น ในค่าไอพีแอดเดรสคลาสบี (Class B IP) สามารถทำซับเน็ตติงแบ่งเป็นค่าไอพีซับเน็ตเวอร์กย่อย ๆ ได้ถึง 255 ไอพีแอดเดรสคลาสซี ถ้าใช้เราติงโปรโตคอลอื่นที่ไม่ใช่เราติงโปรโตคอล BGP ในตารางเราติงโปรโตคอลก็จะมีอย่างน้อยถึง 255 บรรทัด ซึ่งจะทำให้เราเตอร์มีการทำงานที่นานและมีประสิทธิภาพตกลงได้ แต่ถ้าใช้การทำงานของระบบเราติงโปรโตคอล BGP ก็จะสามารถมีตารางเราติงโปรโตคอลเพียงบรรทัดฐานข้อมูลเดียวเท่านั้น

อนาคตของฟังก์ชันเราติง

จะเห็นได้ว่าฟังก์ชันเราติงในระบบอินเทอร์เน็ตค่อนข้างจะมีหลากหลายวิธี แต่ละวิธีมีการทำงานและคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันความนิยมของการใช้ฟังก์ชันเราติงโปรโตคอลของเราเตอร์สำหรับระบบอินเทอร์เน็ตนั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ เราติงโปรโตคอล OSPF และเราติงโปรโตคอล BGP สำหรับการต่อเชื่อมภายในกลุ่มระบบเครือข่ายท้องถิ่นและระหว่างกลุ่มระบบเครือข่ายท้องถิ่นนั้น ๆ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม มาตรฐานเราติงโปรโตคอล RIP ก็เริ่มกลับมามีความนิยมใช้งานกันอีกครั้งโดยเฉพาะในระบบเครือข่ายขนาดเล็กไม่ซับซ้อนมาก โดยจะใช้รวมกับการทำงานของเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น เทคโนโลยีวีแลนหรือเทคโนโลยีเครือข่ายเสมือนของระบบสวิตชิง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่คาดว่าจะมาแทนเราเตอร์ในส่วนการต่อเชื่อมในระบบเครือข่ายท้องถิ่นโดยเฉพาะ

ปัจจุบันการพัฒนาของเทคโนโลยีฟังก์ชันเราติงก็ยังมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ซึ่งก็ได้มีการนำเสนอวิธีการทำงานหรือมาตรฐานใหม่ ๆ ออกมามากในช่วงหนึ่งถึงสองปีนี้ อาทิเช่น มาตรฐานเราติงโปรโตคอล RIP เวอร์ชัน 2 (RIP 2) ซึ่งมีความสามารถเพิ่มขึ้นจากเดิม (เวอร์ชันเดิม) มาก โดยสามารถที่จะทำงานได้ใกล้เคียงมาตรฐานเราติงโปรโตคอล OSPF มาตรฐานเราติงโปรโตคอล CIDR (Classless Inter-Domain Routing) มาตรฐาน NHRP (Next Hop Routing Protocol) และเราติงโปรโตคอลของระบบ IP Multicast เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันกลุ่มมาตรฐานเราติงใหม่นี้ก็ยังไม่มีการใช้งานและติดตั้งเป็นจำนวนมากนัก เพราะต้องมีการเปลี่ยนแปลงและแก้ไขของระบบอื่น ๆ ในระบบเครือข่ายกันอีกเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นการทำงานของอุปกรณ์เราเตอร์เองที่ต้องสามารถรองรับมาตรฐานใหม่ ๆ เหล่านั้นได้ หรือการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ปฏิบัติการเครือข่าย และแม้แต่การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบก็จะต้องมีการปรับปรุงให้รองรับการทำงานของมาตรฐานเหล่านี้ ซึ่งคาดว่าในอีกไม่กี่ปีข้างหน้าแนวโน้มการใช้งานของมาตรฐานใหม่ ๆ เหล่านี้ก็จะมีมากขึ้นและแพร่หลายอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้ดูแลระบบเครือข่ายโดยเฉพาะระบบเครือข่ายที่ต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะต้องเตรียมพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงของระบบเราติงโปรโตคอลในเวลาอันใกล้นี้ และสำหรับวันนี้ก็คงขอกล่าว "สวัสดี" อีกครั้ง